

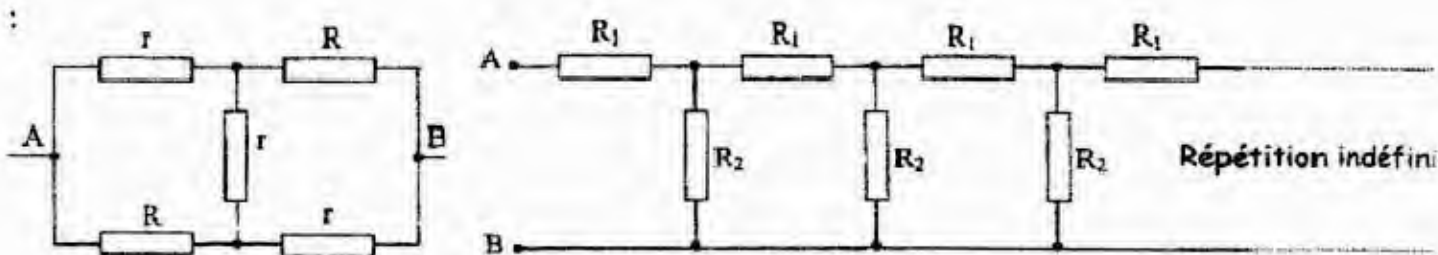
## TD de physique - Electrocinétique

### 1<sup>ère</sup> Année du cycle préparatoire

#### Série 2

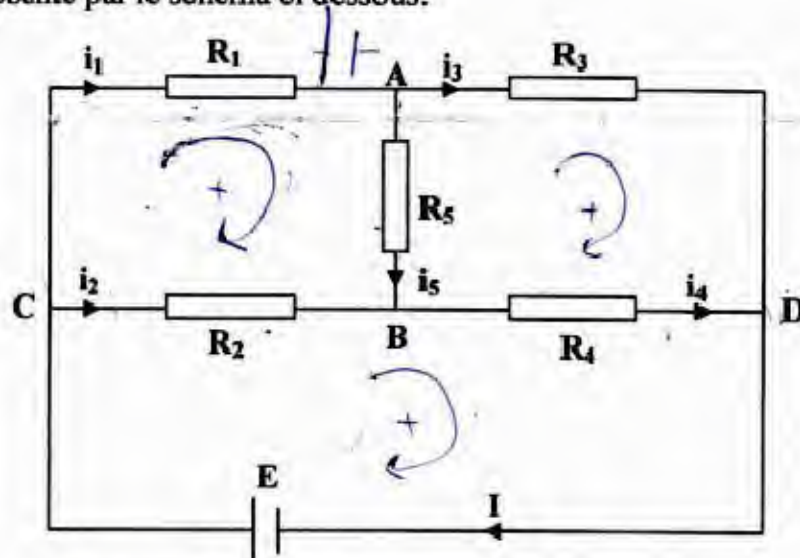
##### Exercice 1:

Calculer la résistance entre les bornes A et B de chacun des deux circuits suivants:



##### Exercice 2:

Soit le circuit représenté par le schéma ci dessous:

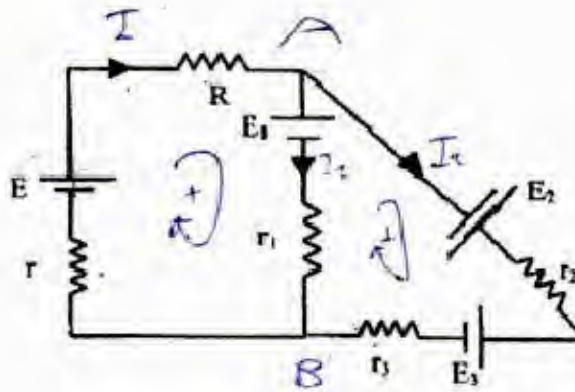


- 1- Trouver le courant  $i_5$  en appliquant les lois de Kirchhoff.
- 2- Que devient cette expression si  $R_1=R_0, R_2=2R_0, R_3=R_0, R_4=4R_0, R_5=5R_0$ .
- 3- Trouver le courant  $i_5$  en appliquant le théorème de Thévenin.

##### Exercice 3:

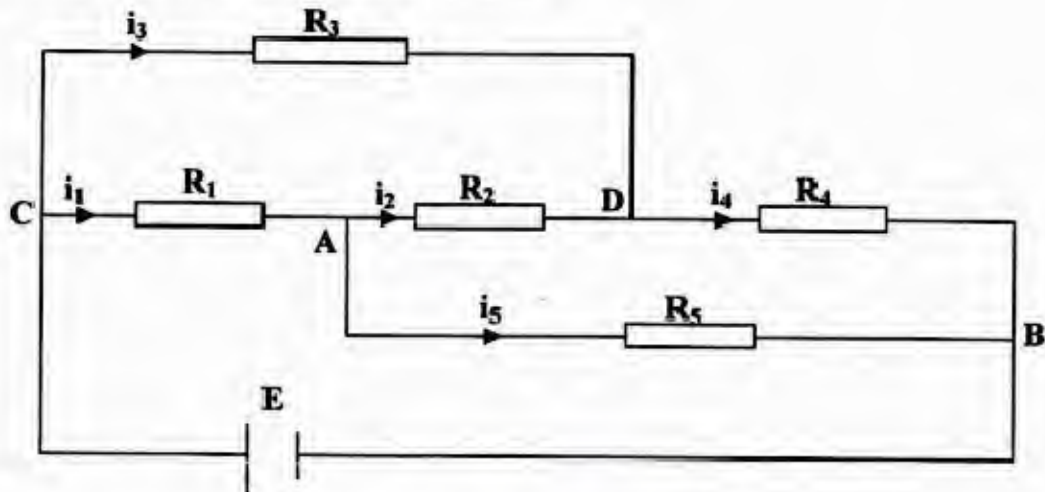
Dans un circuit composé de quatre générateurs  $E, E_1, E_2, E_3$  et de plusieurs résistances avec:  $E=10V, E_1=2V, E_2=5V, E_3=3V$  et  $r=r_1=r_2=r_3=2\Omega$ .

- 1 - Utiliser les lois de Kirchhoff pour calculer les trois courants  $I, I_1$  et  $I_2$ .  
- Pour quelle valeur de  $E_3$  le courant  $I_2$  est nul
- 2- Utiliser le théorème de Thevenin pour calculer le courant  $I$  dans la branche AB
- 3- Utiliser le théorème de Norton pour calculer le même courant  $I$ .



#### Exercice 4:

Soit le circuit représenté par le schéma ci dessous:

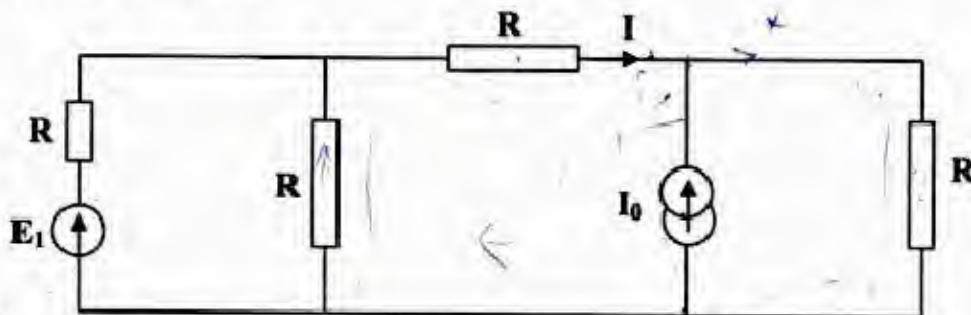


Trouver le courant  $i_5$  en appliquant le théorème de Thévenin.

#### Exercice 5:

Soit le circuit de la figure ci-dessous ou on a deux sources idéales: une source de tension  $E_1$  et une source de courant  $I_0$ . Déterminez le courant  $I$  traversant la résistance  $R$  en utilisant:

- 1- Le théorème de superposition.
- 2- Le théorème de Thévenin.
- 3- Le théorème de Norton.



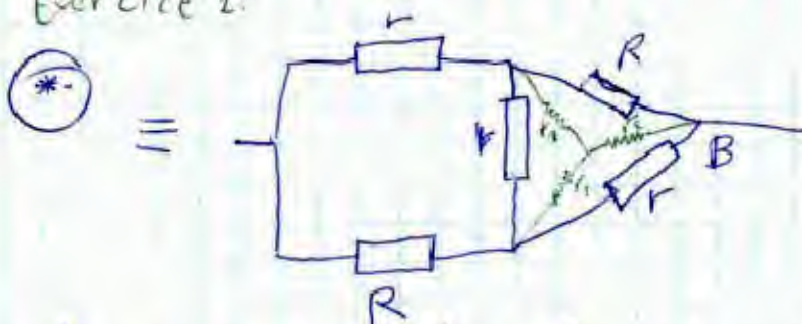
$$I + I_0 = x$$

$$x =$$



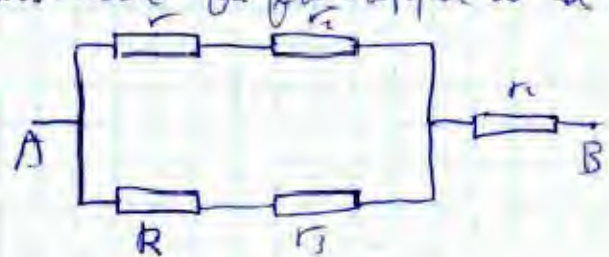
## TD2 - Electrodynamique

Exercice 2:



Pour le calcul de la résistance équivalente on fait appel à la transformation triangle-étoile

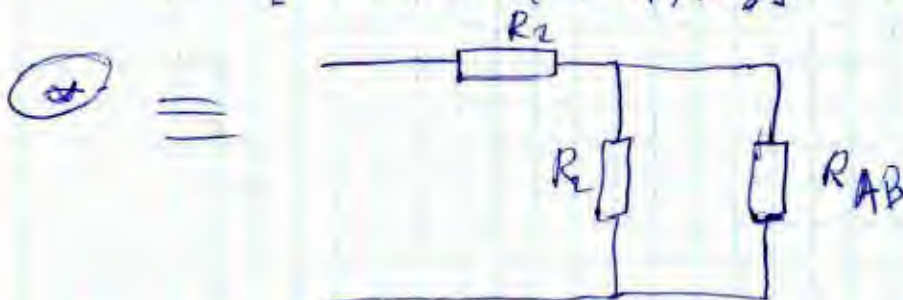
$$r_1 = \frac{Rr}{R+r} ; r_2 = \frac{rR}{R+r} ; r_3 = \frac{r^2}{2r+R}$$



$$R_{AB} = [(r+r_1) // (R+r_3)] + r_2$$

$$R_{AB} = \frac{(r + \frac{Rr}{2r+R})(R + \frac{r^2}{2r+R})}{r + \frac{Rr}{2r+R} + R + \frac{r^2}{2r+R}} + \frac{rR}{2r+R}$$

$$R_{AB} = \frac{[r(2r+R) + Rr][R(2r+R) + r^2]}{(2r+R)[r(2r+R) + Rr] + (R(2r+R) + r^2)} + \frac{Rr}{2r+R}$$



(infini)

$$R_{AB} = R_2 + \frac{R_2 R_{AB}}{R_2 + R_{AB}}$$

$$R_{AB} = \frac{R_2(R_2 + R_{AB}) + R_2 R_{AB}}{R_2 + R_{AB}}$$

$$R_{AB}(R_2 + R_{AB}) = R_2(R_2 + R_{AB}) + R_2 R_{AB}$$

$$R_{AB} R_2 + R_{AB}^2 = R_2 R_2 + R_2 R_{AB} + R_2 R_{AB}$$

$$R_{AB}^2 - R_2 R_{AB} - R_2 R_2 = 0$$

$$\Delta = R_2^2 + 4 R_2 R_2$$

$$R_{AB} = \frac{R_2 + \sqrt{R_2^2 + 4 R_2 R_2}}{2}$$



## TD2 - EC

Loi d'Ohm généralisée

$$V_A - V_B = [\sum R_i + \sum r_i + \sum r'_i] I + \sum E'_i - \sum E_i$$

$$V_A - V_B = I \sum R + \sum E$$

$E_i$ : les f.e.m des générateurs

$r_i$ : leurs résistances internes

$E'_i$ : les f.e.m des récepteurs

$r'_i$ : leurs résistances

$R_i$ : les résistances du circuit

$V_A - V_B$ : la d.d.p entre A et B

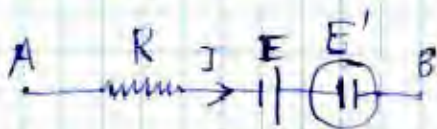
- Pour utiliser la loi d'Ohm généralisée on adopte les conventions suivantes:

+ On choisit un sens conventionnel

+  $E$  est affecté par le signe du pôle par lequel on sort du générateur

+  $E'$  " " de même signe que  $I$

Exemple: Dans les 2 cas on parcourt la branche de A vers B



$$V_A - V_B = RI - (-E) + E'$$

Signe de la loi d'Ohm ; signe de laquelle on sort

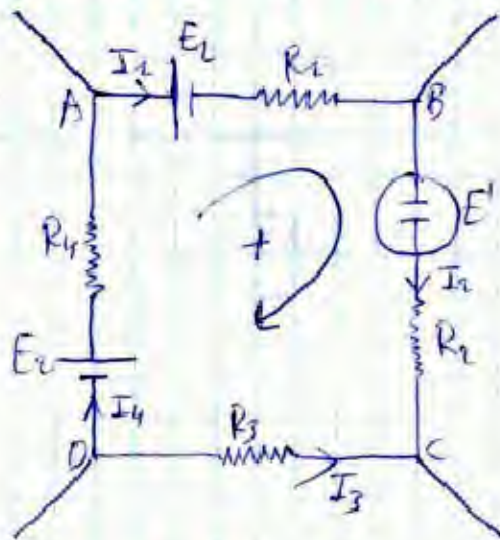


$$V_A - V_B = -RI - (E) - E'$$

parcours de la branche ; même signe que  $I$    
  $\neq$  sens de  $I$



## Loi des mailles



$$V_A - V_B = -(-E_1) + R_1 I_1$$

$$V_B - V_C = E' + R_2 I_2$$

$$V_C - V_D = -R_3 I_3$$

$$V_D - V_A = -E_2 + R_4 I_4$$

$$\sum U_i = 0 \quad (\text{loi des mailles})$$

$$(V_A - V_B) + (V_B - V_C) + (V_C - V_D) + (V_D - V_A) = 0$$

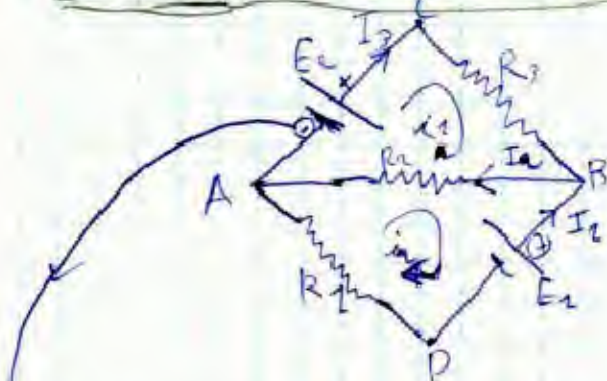
$$E_1 + R_1 I_1 + E' + R_2 I_2 - R_3 I_3 - E_2 + R_4 I_4 = 0$$

$$E_1 - E_2 + E' + R_1 I_1 + R_2 I_2 - R_3 I_3 + R_4 I_4 = 0$$

★ Dans le cas où l'on a une maille, une fois qu'on a choisi arbitrairement le sens de son parcours :

- On compte positivement les produits  $R_i$  si le sens positif pris pour  $I_i$  est le même que celui du parcours de la maille
- On compte les f.e.m. en les affectant du signe de la borne par laquelle on entre suivant le sens du parcours de la maille.

## (1) Méthode des courants de Maxwell



Les courants de Maxwell sont liés aux courants réels par les relations :

$$I_3 = i_1 \quad \text{par la branche ACB}$$

$$I_5 = i_1 - i_2 \quad \text{par la branche AB}$$

$$I_2 = -i_2 \quad \text{par la branche BDA}$$

Les équations des mailles sont :

$$-E_1 + R_3 i_2 + R_1 (i_1 - i_2) = 0$$

$$-R_1 (i_1 - i_2) + E_2 + i_2 R_2 = 0$$



on obtient:

$$(R_3 + R_1)i_1 - R_1 i_2 = E_1$$

$$-R_1 i_1 + (R_1 + R_2)i_2 = -E_2$$

C'est un système de Cramer

$$i_2 = \frac{\Delta_{i_2}}{\Delta}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} R_3 + R_1 & -R_1 \\ -R_1 & R_1 + R_2 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_{i_2} = \begin{vmatrix} E_1 \\ -E_2 \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} -R_1 & \\ R_1 + R_2 & \end{vmatrix} = E_1(R_1 + R_2) - E_2 R_1$$

$$\Delta = (R_3 + R_1)(R_1 + R_2) - R_1^2$$

$$i_2 = \frac{\Delta_{i_2}}{\Delta}$$

$$\Delta_{i_2} = \begin{vmatrix} R_3 + R_1 & E_1 \\ -R_1 & E_2 \end{vmatrix} = (R_3 + R_1)E_2 + R_1 E_1$$

Application numérique:

$$R_1 = 10 \Omega ; R_2 = 10 \Omega ; R_3 = 5 \Omega ; E_1 = 40V ; E_2 = 10V$$

On obtient

$$i_1 = +1A \text{ et } i_2 = -\frac{5}{2} A$$

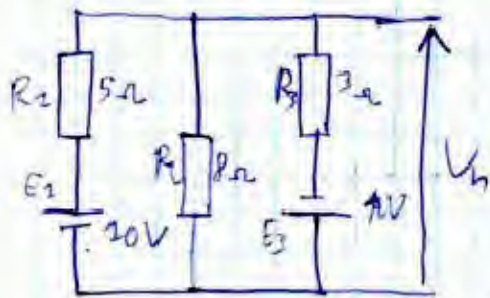
Pour conséquent

$$I_2 = -i_2 = \frac{5}{2} A ; I_1 = i_1 - I_2 = \frac{3}{2} A ; I_3 = i_2 = -1A$$



## (2) Théorème de Millman

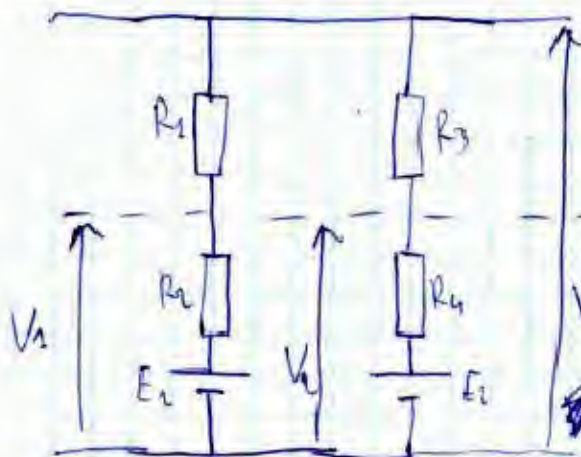
### Exemple 1:



$$V_h = \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{E_i}{R_i}}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{R_i}} = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{0}{R_2} + \frac{E_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

$$\text{AN: } V_h = \frac{\frac{20}{5} + \frac{0}{2} + \frac{10}{3}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}}$$

### Exemple 2:

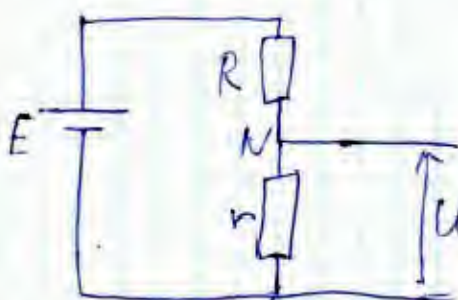


$$\textcircled{1} V = \frac{\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}}$$

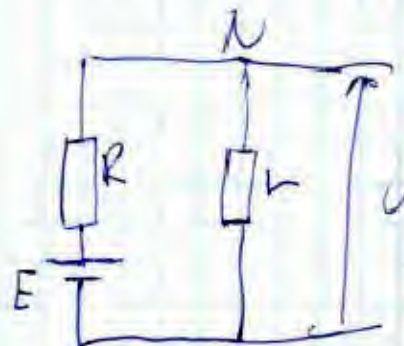
$$\textcircled{2} V = \frac{\frac{E_1}{R_1+R_2} + \frac{E_2}{R_3+R_4}}{\frac{1}{R_1+R_2} + \frac{1}{R_3+R_4}}$$

~~Ex~~

### Exemple 3:



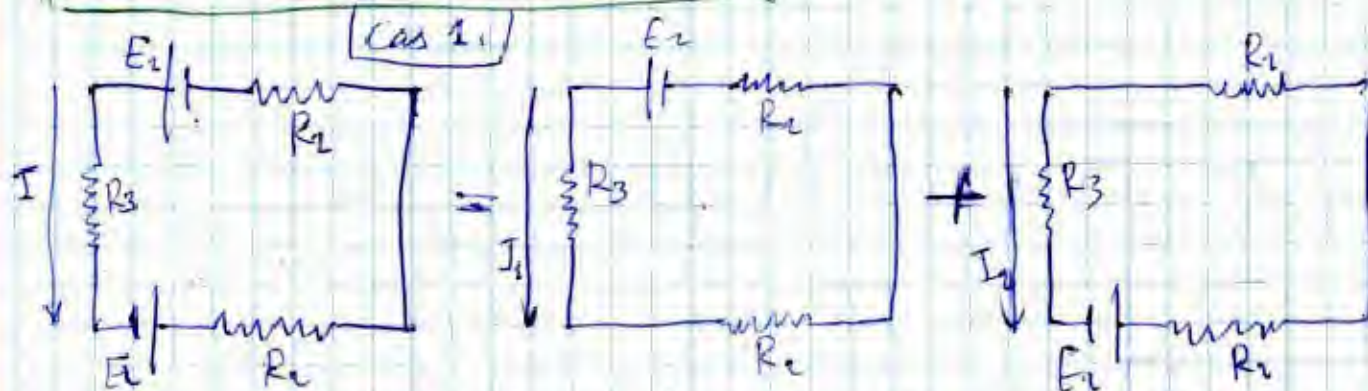
ou



$$U = \frac{\frac{E}{R} + \frac{0}{r}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{r}} = \frac{Er}{R+r}$$

### (3) Théorème de superposition

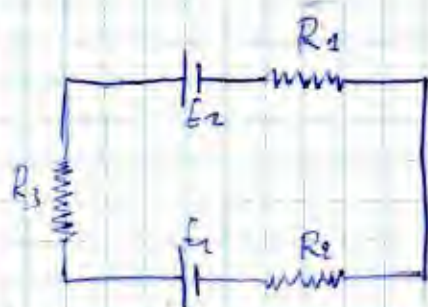
Cas 1)



$$I = I_1 + I_2 ; I_1 = \frac{E_2}{R_1 + R_2 + R_3} ; I_2 = \frac{E_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$I = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Cas 2)

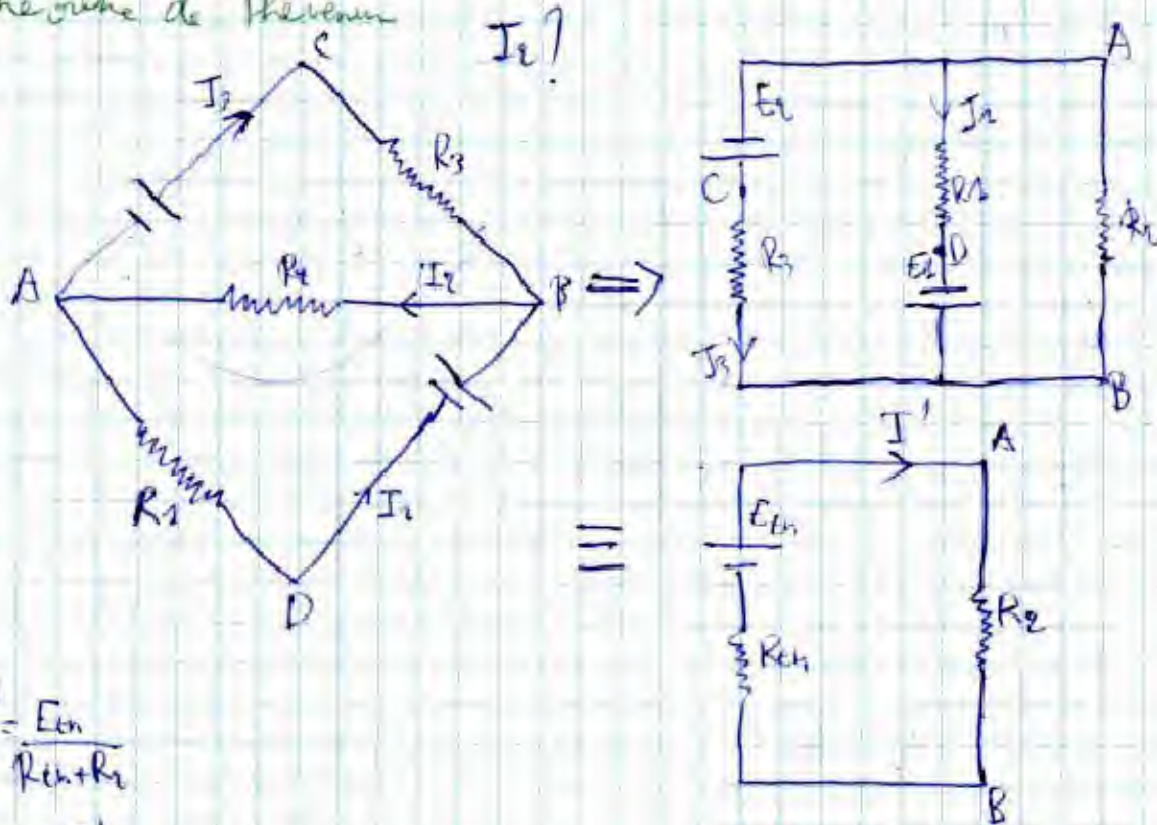


$$I = \frac{E_2 - E_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$



# TD2 E.C

## Théorème de Thévenin



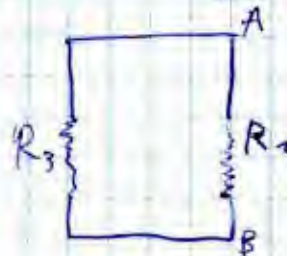
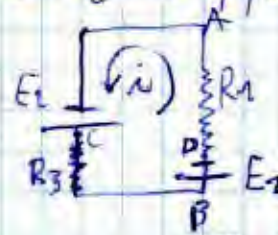
$$I' = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_2}$$

$$I_2 = -I'$$

Étape 2: Débrancher la résistance  $R_2$  pour faire apparaître le dipôle [AB] par conséquent trouver  $E_{th}$  et  $R_{th}$ .

\* Calcul de  $R_{th}$ :

$$R_{th} = R_{AB} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$



(On court-circuite les générateurs)

\* Calcul de  $E_{th}$  ( $I_2 = 0$  circuit ouvert)

$$E_{th} = V_A - V_B = (V_A - V_D) + (V_C - V_D) = -E_2 + R_3 i$$

Lors des mailles nous donne  $-E_1 + R_3 i + E_2 + R_4 i = 0$

$$i = \frac{E_1 - E_2}{R_3 + R_4}$$



$$E_{th} = E_1 + R_3 \frac{(E_2 - E_1)}{R_3 + R_1}$$

$$I' = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_2} \text{ et } I_2 = -I'$$

$$I_2 = \frac{-E_{th}}{R_{th} + R_2} = \frac{E_2 - R_3 (E_2 - E_1) / (R_3 + R_1)}{\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + R_2}$$

A.N:

$$R_2 = R_2 = 10 \Omega$$

$$R_1 = 5 \Omega, E_1 = 40V \text{ et } E_2 = 10V$$

$$R_{th} = \frac{10}{3} \Omega$$

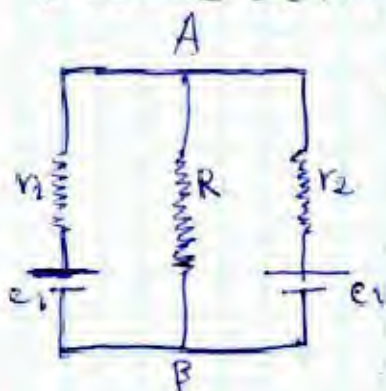
$$E_{th} = -10V$$

$$I_2 = \frac{3}{2} A$$

Théorème de Norton:

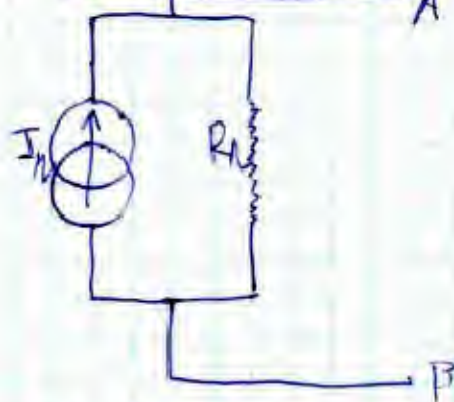
$$(R_N = R_{Th})$$

$$(E_{th} = I_N R_N)$$

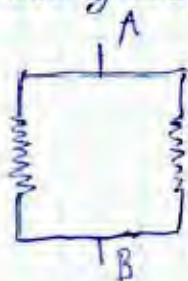


i?

le circuit de Norton

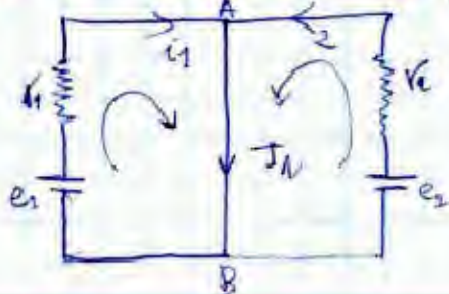


le dipôle AB sans R  
avec générateurs court-circuités  $U_{AB} = 0$



$$R_N = R_{th} = R_{AB} = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$$

\* Calcul  $I_N$ : on remplace R par un court-circuit



$$I_N = i_1 + i_2 \quad (\text{loi des nœuds})$$



D'après la loi des mailles

$$-e_1 + r_1 i_1 = 0$$

$$i_1 = \frac{e_1}{r_1}$$

$$-e_2 + r_2 i_2 = 0$$

$$i_2 = \frac{e_2}{r_2}$$

$$I_N = \frac{e_1}{r_1} + \frac{e_2}{r_2}$$

$$i_{AB} = i = \frac{E_{th}}{R + R_{th}} = \frac{R_N I_N}{R + R_N}$$

(d'après l'équivalence entre le circuit de Thévenin et celui de Norton)

$$i = \frac{\left( \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \right) \left( \frac{e_1}{r_1} + \frac{e_2}{r_2} \right)}{R + \left( \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} \right)}$$

Exercice 2:

1) Loi des mailles:

maille CAB:  $R_1 i_1 + R_5 i_5 - R_2 i_2 = 0$  ①

maille CBDE:  $R_2 i_2 + R_4 i_4 - E = 0$  ②

maille CADE:  $R_1 i_1 + R_3 i_3 - E = 0$  ③

Loi des nœuds:

nœud A:  $i_1 = i_3 + i_5$  ;  $i_3 = i_1 - i_5$

nœud B:  $i_4 = i_2 + i_5$  ;  $i_2 = i_4 - i_5$



~~Calculus~~

## Exercice 2:

1) Loi des mailles:

$$\begin{cases} R_1 i_1 + R_5 i_5 - R_2 i_2 = 0 \\ R_2 i_2 + R_4 i_4 - E = 0 \\ R_3 i_3 + R_5 i_5 - E = 0 \end{cases}$$

Loi des nœuds

$$i_1 = i_3 + i_5 \Rightarrow i_3 = i_1 - i_5$$

$$i_4 = i_5 + i_2 \Rightarrow i_2 = i_4 - i_5$$

$$\begin{cases} R_1 i_1 + R_5 i_5 - R_2 (i_4 - i_5) = 0 \\ R_2 (i_4 - i_5) + R_4 i_4 = E \\ R_3 i_1 + R_4 (i_4 - i_5) = E \end{cases}$$

Après développement et factorisation on obtient

$$\begin{cases} R_1 i_1 - R_2 i_4 + (R_5 + R_2) i_5 = 0 \\ 0 i_1 + (R_2 + R_4) i_4 - R_2 i_5 = E \\ (R_2 + R_3) i_1 + 0 i_4 - R_3 i_5 = E \end{cases}$$

C'est un système de Cramer formé de 3 équations à 3 inconnues

$$i_5 = \frac{\Delta_{i_5}}{\Delta} \quad \text{avec } \Delta = \begin{vmatrix} R_1 & -R_2 & R_5 + R_2 \\ 0 & R_2 + R_4 & -R_2 \\ R_2 + R_3 & 0 & -R_3 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_{i_5} = \begin{vmatrix} R_1 & -R_2 & 0 \\ 0 & R_2 + R_4 & E \\ R_2 + R_3 & 0 & E \end{vmatrix} = R_1 \begin{vmatrix} R_2 + R_4 & E \\ 0 & E \end{vmatrix} + (R_2 + R_3) \begin{vmatrix} -R_2 & 0 \\ R_2 + R_4 & E \end{vmatrix}$$



$$\Delta i_5 = R_2(E R_2 + E R_4) + (R_2 + R_3)(-E R_2)$$

$$i_5 = \frac{(R_1 R_3 - R_1 R_4) E}{R_1 R_2 (R_3 + R_4) + (R_1 + R_2) [R_2 R_4 + R_3 (R_1 + R_4)]}$$

2) si  $R_1 = R_0$ ;  $R_2 = 2R_0$ ,  $R_3 = R_0$

$$R_4 = 4R_0, R_5 = 5R_0$$

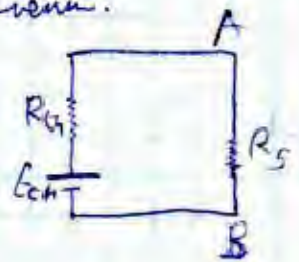
l'expression de  $i_5$  devient

$$i_5 = \frac{-E}{41R_0}$$

3) Pour trouver le courant  $i_5$  par la méthode de Thévenin.

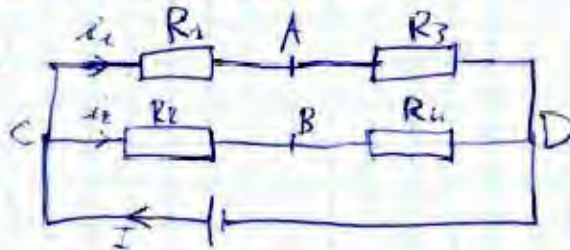
Le circuit équivalent de Thévenin sera sous cette forme

$$i_5 = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_5}$$

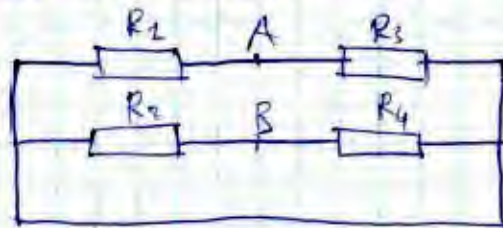


x Déterminer  $R_{th}$

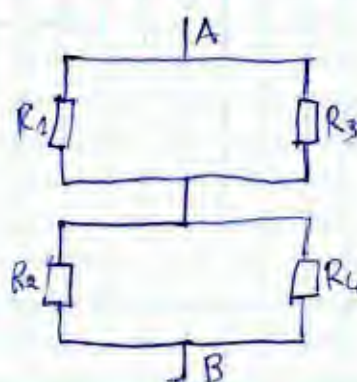
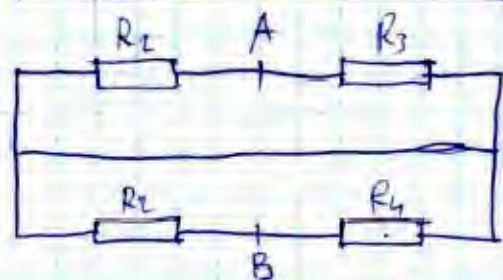
On débranche la résistance  $R_5$  et on court-circuite les générateurs du circuit principal.



En court-circuitant le circuit



$$R_{th} = R_{AB}$$



$$R_{th} = (R_1 // R_3) + (R_2 // R_4)$$

$$R_{th} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}$$



X Déterminer  $E_{th}$  (en circuit ouvert)

C.O. : Circuit ouvert

$$E_{th} = V_A - V_B / C.O.$$

$$= (V_A - V_C) + (V_C - V_B)$$

$$= -R_1 i_1 + R_2 i_2$$

Loi des mailles:

pour CADE:

$$R_1 i_1 + R_3 i_2 - E = 0$$

$$\Rightarrow i_1 = \frac{E}{R_1 + R_3}$$

pour CBDE:

$$R_2 i_2 + R_4 i_2 - E = 0$$

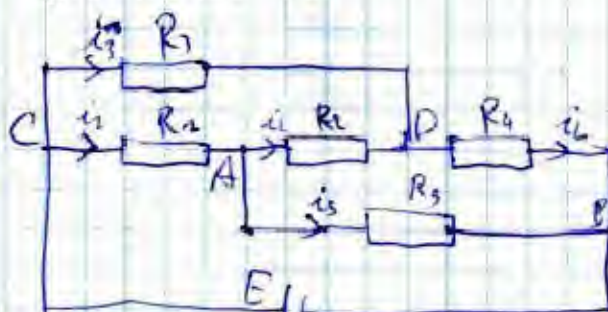
$$i_2 = \frac{E}{R_2 + R_4}$$

$$E_{th} = \frac{-R_1 E}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 E}{R_2 + R_4}$$

$$i_3 = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_5}$$

$$= \frac{E \left[ \frac{R_2}{R_2 + R_4} - \frac{R_1}{R_1 + R_3} \right]}{\frac{R_2 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_1 R_4}{R_2 + R_4} + R_5}$$

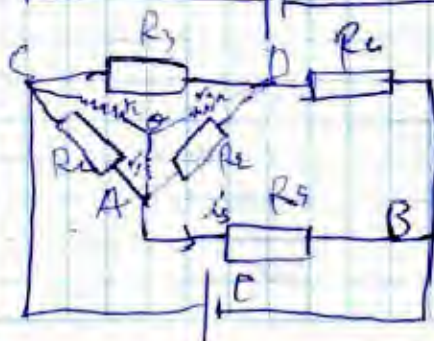
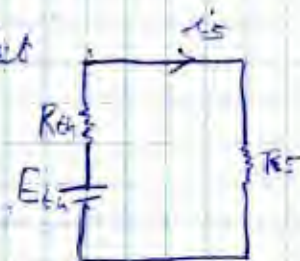
Exercice 4:



Circuit équivalent

de Thévenin

$$i_3 = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_5}$$

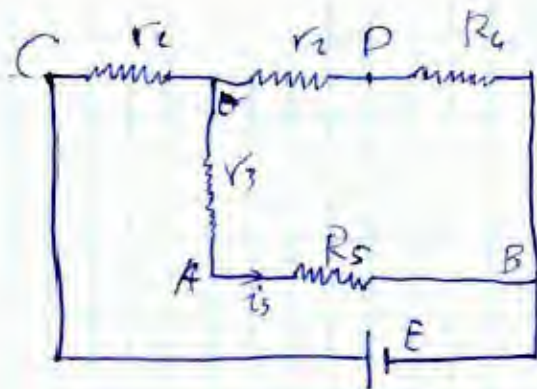


$$V_2 = \frac{R_2 E}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$V_4 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$

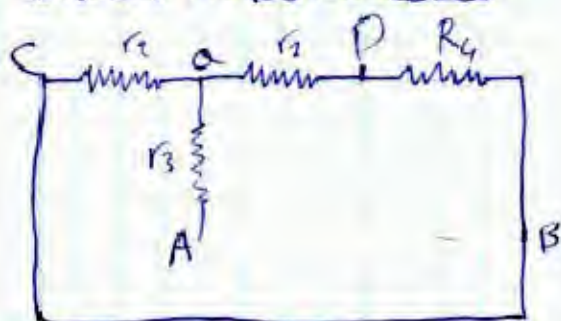
$$V_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3}$$



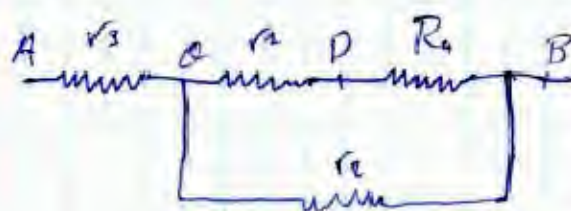


x Déterminer  $R_{th}$  et  $E_{th}$

Pour déterminer  $R_{th}$  on court-circuite le générateur et on débranche la branche AB ~~et on détermine la résistance équivalente~~



$$R_{th} = R_{AB}$$



$$R_{th} = r_3 + ((r_2 + r_4) // r_1) = r_3 + \frac{(r_2 + r_4) \times r_1}{r_2 + r_4 + r_1}$$

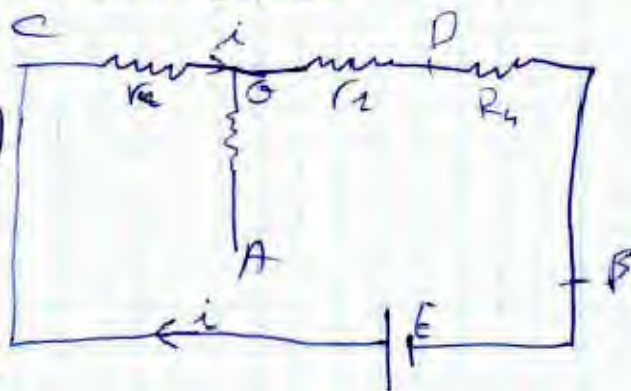
x on cherche  $E_{th}$  en circuit ouvert

$$E_{th} = V_A - V_B$$

$$= (V_A - V_0) + (V_0 - V_B)$$

$$= R_3 \times 0 + (r_2 + r_4) i$$

$$E_{th} = (r_2 + r_4) i$$



x La loi des mailles:

$$i = \frac{E}{r_2 + r_2 + r_4}$$

$$E_{th} = \frac{(r_2 + r_4) E}{r_2 + r_2 + r_4}$$

$$i_5 = \frac{E_{th}}{R_{th} + R_5} = \frac{\left( \frac{(r_2 + r_4)}{r_2 + r_2 + r_4} \right) E}{r_3 + \frac{(r_2 + r_4)}{r_2 + r_2 + r_4} + R_5}$$





ETU SUP.com

Programmmation  
**Cours**  
Electricité  
Physique  
Résumés  
Analyse  
Livres  
**Exercices**  
Contrôles Continus  
Langues  
Thermodynamique  
Multimedia  
**Divers**  
Economie  
Travaux Dirigés  
Chimie Organique  
Informatique  
Optique  
Chimie  
Algèbre  
Corrigés  
Mathématiques  
Mécanique  
Travaux Pratiques  
Droit

et encore plus..